云　南　植　物　研　究　2003，25（2）：129～144
Acta Botanica Yunnanica

中国南部高等真菌的热带亲缘*

杨祝良，臧　穆
（中国科学院昆明植物研究所，云南 昆明　650204）

摘要：中国南部，特别是北回归线以南的地区，高等真菌区系与世界热带真菌区系有着广泛的联系。该地区高等真菌具有明显的热带性质，主要有泛热带成分、热带亚洲－热带非洲和热带亚洲的成分，尽管在该区高等真菌区系中也有相当比重的温带成分。该区系中某些属种可能有古南大陆起源的背景，另一些区系成分与热带亚洲的有密切的亲缘关系。

关键词：生物地理学；间断分布；真菌；中国热带
中图分类号：Q 949　　**文献标识码：**A　　**文章编号：**0253－2700(2003)02－0129－16

Tropical Affinities of Higher Fungi in Southern China

YANG Zhu-Liang，ZANG Mu
（*Kunming Institute of Botany*，*Chinese Academy of Sciences*，Kunming 650204，China）

Abstract：Different kinds of tropical vegetations and evergreen broad-leafed forests are distributed over the vast region of southern China，in which there occur abundant fungi. Nearly 1200 genera and over 5000 species of higher fungi，including Ascomycota and Basidiomycota，have been reported from the region. Based on reliable records and own experiences of the authors，tropical affinities of the higher fungi there were analysed. The higher fungi are mainly composed of some members of the families Xylariaceae，Meliolaceae，Hyaloscyphaceae，Helotiaceae，Sarcosomataceae，Sarcoscyphaceae，Auriculariaceae，Exidiaceae，Tremellaceae，Pterulaceae，Podoscyphaceae，Ganodermataceae，Polyporaceae，Grammotheleaceae，Phakopsoraceae，Raveneliaceae，Ustilaginaceae，Agaricaceae，Pluteaceae，Marasmiaceae，Tricholomataceae，Entolomataceae，Boletaceae，Boletinellaceae and Phallaceae. The geographic distribution patterns of the higher fungi were drawn and discussed in 11 types：1）Cosmopolitan or subcosmopolitan elements；2）Pantropical elements；3）Palaeotropical elements；4）Tropic Asian-Tropic African elements；5）Tropic Asian elements；6）Tropic Asian-Tropical Australian elements；7）Tropic Asian-Tropic Australian-Tropic American elements；8）Northern temperate（including Eurasian）elements；9）East Asian-North American elements；10）East Asian elements；11）Endemic elements. The mycoflora of higher fungi has various connections with those of tropical regions of the world and is rich in tropical elements（for instance，in Menglun of southern Yunnan Province，67.3% of the total genera，

---

* **基金项目：**国家自然科学基金（No. 13989400、30270017）、云南省自然科学基金（No. 2002C0059M）及云南大学省工业微生物发酵工程重点实验室联合资助
收稿日期：2002－08－06，2002－10－06 **接受发表**
作者简介：杨祝良（1963－）男，理学博士，研究员，现任德国 Mycological Progress 及日本 Mycoscience 学报编委，主要从事高等担子菌的系统学和生物地理学研究。

62.6% of the total species, excluding the cosmopolitan ones, are tropical), yet with a considerable number of temperate elements (32.7% of the total genera, 32.3% of the total species) and some endemic species. Pantropical, Tropic Asian-Tropic African, and Tropic Asian elements are the main tropical components of the fungal flora. It has been suggested that some of the genera, and a quite number of the species of higher fungi in southern China may have origin background of the Gondwanaland, while several genera and a large number of species seem to have historical affinities in common with those of the Tropical Asia.

Key words: Biogeography; Disjunct distribution; Fungi; Tropical China

我国真菌物种十分丰富，在北回归线以南地区，迄今已记载高等真菌近1 200属、5 000余种（戴芳澜，1979；臧穆，1987，1992；Yang，1990，2000c；毕志树等，1994，1997；Teng，1996；王也珍等，1999；Lu等，2000；Zhuang，2001），其中有些种分布相当广泛，有些种则长期在该区避护养息，分化延年。尤其在我国西南山地，由于喜马拉雅的隆起，横断山脉地貌的切割，康滇古陆生物庇护所的多样，南北菌物的交汇，东西成分的迁移，该区真菌区系组成可谓南北兼集，新老并存。

根据现有较为可靠的资料、作者的野外考察和标本研究，本文试图对我国南部高等真菌（担子菌和子囊菌）的热带亲缘作初步探讨，以起抛砖引玉之用。由于本区的真菌属种繁多，作者水平所限，只能挂一漏万。此外，国内外真菌研究尚不十分深入，不少属种的实际分布范围还相当不清楚，加之文献资料缺乏，作者没有试图对我国文献中记载的1 200属及5 000余种进行全面地分析统计，但为对我国热带地区的真菌区系特征有个定量的了解，作者却对采自滇南西双版纳勐仑地区的250种（或变种）高等真菌作了较为深入的研究和统计分析。

为节省篇幅，真菌名在文中首次出现时给出汉名和拉丁名，再次出现时只给出拉丁名。为便于查阅，真菌种名后附有命名人名。本文主要是基于传统分类研究结果而作出的分析，虽然也采纳了现有的分子进化生物学研究成果，但这方面的证据有待增加，不断完善。在真菌中，科的概念常因人而异，本文按Kirk等（2001）的系统处理。此外，在我国热带和南亚热带地区，大量的土生真菌（soil inhabiting fungi）和水生真菌（aquatic fungi）本文没有涉及。

真菌属异养型的生物，按营养方式不同，大致可分为共生型、腐生型和寄生型等。真菌的地理分布不仅与地质、地貌、气候、土壤、水分等等因素有关，而且与植物和动物的分布密切关联。因此在讨论真菌的地理学问题时，不能不涉及到植物和动物。

真菌的分布往往较广，因此本文讨论的热带真菌除了分布在我国北回归线以南的地区外，常常也分布在北回归线以北的南亚热带甚至亚热带地区，一般包括台湾大部、福建南部、广东大部、广西大部及云南南部，有时也包括西藏东南部的墨脱和察隅（Zhuang，1993；卯晓岚，1998；臧穆，1998a，1998b）。

1 我国热带地区高等真菌科属的主要组成成分

在我国热带地区的高等真菌中，子囊菌中主要有炭角菌科Xylariaceae、小煤炱科Meliolaceae、晶杯菌科Hyaloscyphaceae、柔膜菌科Helotiaceae、肉盘菌科Sarcosomataceae、肉杯

菌科 Sarcoscyphaceae 的某些属。炭角菌科如炭角菌属 *Xylaria* 和胶球炭壳属 *Entonaema*；小煤炱科如小煤炱属 *Meliola*；晶杯菌科如粒毛盘菌属 *Lachnum*；肉杯菌科如毛杯菌属 *Cookeina* 和歪盘菌属 *Phillipsia*。它们有的是小属（如 *Cookeina* 和 *Phillipsia*），有的则是大属（如 *Xylaria* 和 *Meliola*），在本区不仅各种的种群数量较大，而且相当常见，在多种类型的植被中都有其踪迹。

在异担子菌类中，木耳科 Auriculariaceae 中常见的木耳属 *Auricularia* 是个分布较广的属，大约 15 种，但多分布于热带、亚热带，本区现知 9 种，有一定的代表性。此外尚有黑耳科 Exidiaceae 和银耳科 Tremellaceae 的几个属。

珊瑚菌型（clavarioid forms）中常见的为羽瑚菌科 Pterulaceae 的龙爪菌属 *Deflexula* 和羽瑚菌属 *Pterula* 以及珊瑚菌科 Clavariaceae 的扁枝瑚菌属 *Scytinopogon*。革菌型（thelephoroid forms）的泛热带科柄杯菌科 Podoscyphaceae 在本区也有一定的代表，如波皮革菌属 *Cymatoderma* 和柄杯菌属 *Podoscypha*。而孔状或耙齿菌型（poroid or irpicoid forms）较为显著的是灵芝科 Ganodermataceae、多孔菌科 Polyporaceae 和线齿菌科 Grammotheleaceae，其中灵芝科全球 4 属，本区皆产，它们都是典型的热带、亚热带分布的属，尽管少数种分布到温带（赵继鼎和张小青，2000），它们在本区相当普遍，如橡胶灵芝 *Ganoderma philippii*（Bres. & Henn.）Bres. 是橡胶树 *Hevea brasiliensis* 根腐病的主要病原菌；多孔菌科中的香菇属 *Lentinus*、小孔菌属 *Microporus*、微孔菌属 *Microporellus* 在我国热带是十分突出的；线齿菌科中的线齿菌属 *Grammothele* 和线孔菌 *Porogramme* 在我国南部也是常见的（应建浙，1980）。

在锈菌中主要有层锈科 Phakopsoraceae 和伞锈科 Raveneliaceae 的几个属，如层锈属 *Phakopsora* 和伞锈属 *Ravenelia*。

在黑粉菌中主要有黑粉菌科 Ustilaginaceae 的几个属，如黑粉菌属 *Ustilago* 和团散黑粉菌属 *Sporisorium*。

在伞菌（agaricoid fungi）中重要的科有蘑菇科 Agaricaceae、光柄菇科 Pluteaceae、小皮伞科 Marasmiaceae、白蘑科 Tricholomataceae 及粉褶蕈科 Entolomataceae。其中白鬼伞属 *Leucocoprinus*、蚁巢伞属 *Termitomyces*、绿褶托菇属 *Clarkeinda* 都相当常见。特别是小皮伞科和白蘑科这两个大科有多个热带性较强的属出现于本区，如小皮伞属 *Marasmius*、微皮伞属 *Marasmiellus*、沟褶菌属 *Trogia*、胶孔菌属 *Favolaschia* 及金褴伞属 *Cyptotrama* 等等。

由于大多数牛肝菌（boletoid fungi）与松科 Pinaceae、壳斗科 Fagaceae 及豆科 Leguminosae 的植物形成菌根关系，本区这几科的植物相当丰富，为牛肝菌类特别是牛肝菌科 Boletaceae 和小牛肝菌科 Boletinellaceae 真菌的繁衍创造了良好的条件。例如，在我国热带地区，虎皮乳牛肝菌 *Suillus spraguei*（Berk. & M. A. Curt.）Kuntze、黑盖粉孢牛肝菌 *Tylopilus alboater*（Schwein.）Murrill、暗褐脉柄牛肝菌 *Phlebopus marginatus*（J. Drumm. ex Berk.）Watling & N. M. Greg. 分别与松科、壳斗科和豆科植物有菌根关系。

腹菌类（gasteroid fungi）本区常见的主要科有鬼笔科 Phallaceae，它是一个热带性很强的科，本区已知 6 属，多为泛热带属，如竹荪属 *Dictyophora*、蛇头菌属 *Mutinus*、鬼笔属 *Phallus* 等。

2　我国热带地区高等真菌属种分布区类型及其与其他地区真菌的亲缘关系

作者对我国热带地区高等真菌属种的分布区作了初步研究，大致划分为 11 个类型。下面是对这 11 个类型的概述，并就该区真菌区系与世界各地的联系及可能的亲缘关系进行讨论。

2.1 世界分布（Cosmopolitan or subcosmopolitan elements）

包括几乎广布于世界各大洲的属种。就属而言，绝大多数为中型属和大型属，它们所含种类十分丰富，如丝膜菌属 *Cortinarius* 现知约 2 000 种，粉褶蕈属 *Entoloma* s.l. 约有 1 000 种，红菇属 *Russula* 约有 750 种，小脆柄菇属 *Psathyrella* 约有 400 种（Kirk 等，2001）。属于这类的属还有白粉菌属 *Erysiphe*、柄锈菌属 *Puccinia*、单孢锈菌属 *Uromyces*、多孔菌属 *Polyporus*、栓菌属 *Trametes*、密孔菌属 *Pycnoporus* 等等，其中白粉菌属和柄锈菌属真菌的寄主植物都很多，因此其分布范围也就很广（郑儒永和余永年，1987；王云章和庄剑云，1998）。

就种而言，有很多例证，如菊科白粉菌 *Erysiphe cichoracearum* DC.、赤褐炭团菌 *Hypoxylon rubiginosum* Pers.：Fr.、绯红肉杯菌 *Sarcoscypha coccinea*（Jacq.：Fr.）Lamb.、毛舌菌 *Trichoglosssum hirsutum*（Pers.：Fr.）Boud.、胶角耳 *Calocera cornea*（Batsch）Fr.、裂褶菌 *Schizophyllum commune* Fr.、春生多孔菌 *Polyporus arcularius* Batsch：Fr.、朱红密孔菌 *Pycnoporus cinnabarinus*（Jacq.：Fr.）P. Karst.、鸡油菌 *Cantharellus cibarius* Fr.、高大环柄菇 *Macrolepiota procera*（Scop.：Fr.）Singer、白黄小脆柄菇 *Psathyrella candolleana*（Fr.）Maire、小鬼伞 *Coprinus disseminatus*（Pers.：Fr.）Gray、粪伞 *Bolbitius vitellinus*（Pers.：Fr.）Fr.、桔黄裸伞 *Gymnopilus spectabilis*（Fr.）Singer、尖顶地星 *Geastrum triplex*（Jungh.）E. Fisch.、白蛋巢 *Crucibulum laeve*（Huds ex Relh.）Kambly 等等。

这些属种广布世界各大洲，不能反映本区高等真菌的区系面貌，在本文属种分析、统计时不计入。

2.2 泛热带分布（Pantropical elements）

包括间断分布于东、西两半球热带、有时至亚热带地区的属种。这类属较多，如 *Cookeina*、*Entonaema*、*Xylaria*、刺皮耳属 *Heterochaete*、假花耳属 *Dacryopinax*、*Deflexula*、*Pterula*、*Phakopsora*、*Ravenelia*、*Podoscypha*、乌芝属 *Amauroderma*、鸡冠孢芝属 *Haddowia*、*Favolaschia*、*Lentinus*、*Marasmiellus*、钟伞属 *Campanella*、*Cyptotrama*、暗褶菌属 *Anthracophyllum*、*Trogia*、*Dictyophora*、*Mutinus*、*Phallus* 等等。除 *Xylaria*、*Ravenelia*、*Marasmiellus* 外，其他都不是大型属，但在本区均有一定种类和种群数量，是该区真菌区系的重要成分。如 *Cookeina* 共 7 种，在我国本区就有 6 种（Yang，1990；Wang，1997；Wang，2001；Zhuang，2001），在滇南它们一般只出现于季节性雨林和季雨林中，是典型的热带真菌。

这类型的种也相当丰富，如条纹炭角菌 *Xylaria grammica*（Mont.）Fr.、黄红胶球炭壳 *Entonaema cinnabarina*（Cooke & Massee）Lloyd（图版 I：1）、歪盘菌 *Phillipsia domingensis*（Berk.）Berk.、雪白龙爪菌 *Deflexula nivea*（Pat.）Corner、扁枝瑚菌 *Scytinopogon pallescens*（Bres.）Singer、雅致柄杯菌 *Podoscypha elegans*（Meyer）Pat.、聂氏齿皮菌 *Hyphodontia niemelaei* Sheng H. Wu、绒毛香菇 *Lentinus velutinus* Fr.、硬蜡伞 *Hygrophorus firmus* Berk.、沟褶菌 *Trogia buccinalis*（Mont.）Pat.（图版 I：6）、丛生丝牛肝菌 *Filoboletus manipularis*（Berk.）Singer、黑柄翼孢菌 *Pterospora nigripes*（Schwein.）E. Horak、米色乳金伞 *Lactocollybia epia*

（Berk. & Broome）Pegler、粗柄白鬼伞 *Leucocoprinus cepaestipes*（Sow.：Fr.）Pat.、桂色小皮伞 *Marasmius hakgalensis* Petch、红盖小皮伞 *M. haematocephala*（Mont.）Fr.、变蓝灰斑褶伞 *Copelandia cyanescens*（Berk. & Broome）Singer 等等。有的种可延伸到亚热带甚至温带，如金褴伞 *Cyptotrama asprata*（Berk.）Redhead & Ginns、细柄胶伞 *Heimiomyces tenuipes*（Schwein.）Singer（图版 II：4）广泛分布于新旧热带，在北美达加拿大的东部、东南部（Miller，1968；Redhead & Ginns，1980；Corner，1996；Yang，2000c）。

近来有人对采自墨西哥、新西兰、澳大利亚、印度以及我国的皱缘毛杯菌 *Cookeina colensoi*（Berk.）Seaver 标本进行了 DNA 测序研究，发现该种各地标本间 ITS 序列稍有差异，采自中国、泰国、马来西亚、波多黎各及委内瑞拉的毛杯菌 *C. tricholoma*（Mont.）Kuntze（图版 I：3）各地标本间的 ITS 序列差异很小（Weinstein 等，2002），由此可见我国南部有些真菌与世界其他地区的热带真菌有着相当密切的亲缘关系。这一分布类型的高等真菌大多数为腐生菌，生于腐木、枯枝或腐殖质深厚的地上，它们在本区的大量汇集也表明我国热带地区的高等真菌与世界热带真菌区系有着广泛的联系。

2.3　古热带分布（Palaeotropical elements）

指间断分布于亚洲、非洲和大洋州热带地区及其邻近岛屿的属种。与泛热带分布的属种数相比，古热带分布型的属种相对较少，如实心炭壳属 *Sarcoxylon*、*Microporus*、粉孔菌属 *Amylonotus* 就属这一类型。据 Rogers（1981）的研究，*Sarcoxylon* 初知 2 种，其中实心炭壳 *S. compunctum*（Jungh.）Cooke 分布于我国南部、菲律宾、巴布亚新几内亚、澳大利亚、萨摩亚群岛、印度、斯里兰卡及非洲的刚果、加纳、喀麦隆、塞拉里昂等国家，而中华实心炭壳 *S. sinensis* J. D. Rogers 产我国福建。

在古热带分布的种中，腐生的种还有环柄香菇 *Lentinus sajor-caju*（Fr.）Fr.（图版 II：2）、核香菇 *L. tuberregium*（Fr.）Fr.、绒柄香菇 *L. similis* Berk. & Broome、细鳞香菇 *L. squarrosulus* Mont. 等，它们广泛分布于热带非洲、南亚、东南亚，南至巴布亚新几内亚、所罗门群岛、新喀里多尼亚等太平洋岛屿，在澳大利亚常见于昆士兰（Pegler，1983）。

热带植物与真菌形成外生菌根的现象是常见的（Alexander & Högberg，1986）。真菌与树种或形成相对专性的菌根关系，或一种真菌与多种树形成菌根组合或一种树具有多种菌根菌，这些现象均存在。菌根菌如暗红条孢牛肝菌 *Boletellus obscurecoccineus*（Hoehn.）Singer 模式产于印度尼西亚，向北达我国及日本南部，也分布于巴布亚新几内亚、澳大利亚、塔斯马尼亚以及非洲的扎伊尔。此真菌在澳大利亚能与桉属 *Eucalyptus* 植物形成菌根关系，但在巴布亚新几内亚、印度尼西亚以及中国和日本它则生长在锥栗属 *Castanopsis* 及石栎属 *Lithocarpus* 植物林下（Horak，1983）。

Ryvarden（1993）曾指出 *Microporus* 可能是在美洲大陆从非洲分开之后在古热带地区演化出来的。这里谈到的所有属种都可能有类似的地质背景和演化历史。

2.4　热带亚洲至热带非洲分布（Tropic Asian-Tropic African elements）

其分布范围是热带非洲、南亚至东南亚，有些种也分布至太平洋的某些岛屿，但不到澳大利亚。就属种的数量而言，热带亚洲至热带非洲分布的要比古热带分布的多。属此类型的如头炭棒属 *Rhopalostroma* 和 *Termitomyces*，它们是典型的热带亚洲和热带非洲分布的属（Hawksworth，1977；臧穆，1981；Pegler & Vanhaecke，1994），其中 *Termitomyces* 的真菌

与白蚁共生，全属约50种，本区已知10余种，大多是两洲的共有种，两洲高等真菌区系的联系由此可见一斑。有的古南大陆的热带属种沿河谷北上到滇西横断山区的中段（臧穆，1983，1987）。多年来在滇西北纳西族民间传为有抗癌之效的肉球菌 *Engleromyces goetzii* Henn. 寄生于竹秆上，分布于尼泊尔、我国藏滇川高山箭竹林带和非洲东部（乌干达、肯尼亚、坦桑尼亚及马拉维）竹林中，为我国西南高山、尼泊尔与热带非洲间断分布的孑遗属种。*Engleromyces goetzii* 虽在我国早有报道（邓叔群，1963；臧穆，1980），并且后来在尼泊尔也有记载（Otani，1982）。但 Rogers（1981）和 Whalley（1993）似乎并没有看到亚洲的有关资料。棕榈粉座菌 *Graphiola phoenicis*（Moug.）Poit. 寄生于棕榈科刺葵属 *Phoenix* 叶上，后者的自然分布区域（热带亚洲和非洲）也就是棕榈粉座菌的自然分布范围，作者曾在西双版纳采到该种真菌（HKAS 29538）。由于刺葵属 *Phoenix* 植物常被引种栽培供观赏之用，因此 *Graphiola phoenicis* 的分布范围也随之加宽。

属于这一类群的种较多，如东京胶孔菌 *Favolaschia tonkinensis*（Pat.）Singer、非洲头炭棒 *Rhopalostroma africanum*（Wakef.）D. Hawksw.、真根蚁巢伞 *Termitomyces eurrhizus*（Berk.）R. Heim、金黄蚁巢伞 *T. aurantiacus* R. Heim、盾尖蚁巢伞 *T. clypeatus* R. Heim、亮盖蚁巢伞 *T. fuliginosus* R. Heim、粗柄蚁巢伞 *T. robustus*（Beeli）R. Heim、纹盖蚁巢伞 *T. striatus*（Beeli）R. Heim、歪柄微皮伞 *Marasmiellus goossensiae*（Beeli）Pegler、瘤囊小皮伞 *Marasmius noduloscystis* Pegler、锡兰白鬼伞 *Leucocoprinus zeylanicus*（Berk.）Boedijn、长大环柄菇 *Macrolepiota dolichaula*（Berk. & Broome）Pegler & Rayner、暗褶菌 *Anthracophyllum nigritum*（Lév.）Kalchbr. 等等。这些真菌往往是通过印度、斯里兰卡及印度洋岛屿与马达加斯加及非洲大陆相联系的。从分布区推测，这些种可能起源于古南大陆东部，之后随印度板块的漂移移居到劳亚古陆的。它们当中大多数种类都可能有古南大陆的起源背景（臧穆，1983，1987）。

2.5 热带亚洲分布（Tropic Asian elements）

地理范围包括南亚、东南亚，在东面可到斐济等太平洋岛屿，但不到澳大利亚，其分布北缘在我国西南、华南至台湾，有时甚至延伸到日本南部群岛。这一类型的属较为丰富，如 *Clarkeinda*、桂龄菌属 *Kweilingia* 和羽囊菌属 *Pterulicium*，它们皆为单型属（monotypic genera）。绿褶托菇 *C. trachodes*（Berk.）Singer 现知分布于印度尼西亚的爪哇、马来西亚的雪兰莪（Selangor）、印度的卡里卡特（Calicut）、斯里兰卡的佩勒代尼耶（Peradeniya），北达我国滇南（杨祝良，1991）。

我国竹类植物十分丰富，约40属，400余种，且主要分布于热带、亚热带地区（杨宇明和辉朝茂，1998），为竹生热带真菌的繁衍提供了良好的条件。产于广西、海南的桂龄菌 *Kweilingia bambusae* Teng 生于竹叶鞘上，其系统位置是属于黑粉菌目 Ustilaginales 还是属于锈菌目 Uredinales 或木耳目 Auriculariales 尚需深入研究（Teng，1938，1940；Oberwinkler，1993）。胶梅 *Myriodiscus sparassoides* Boedijn（= *Ascotremellopsis bambusicola* Teng & S. H. Ou）寄生于竹秆节上，见于印度尼西亚和我国福建、海南及广西（刘锡琎和郭英兰，1987）。微黄散孢盘菌 *Encoelia helvola*（Jungh.）Overeem（图版Ⅰ：2）原初描述于东南亚，在我国滇南生于龙竹 *Dendrocalamus semiscandens* 秆节附近。生于竹子上的竹生亚肉座菌 *Hypocrella bambusae*（Berk. & Broome）Sacc.，见于斯里兰卡和我国云南。

这一类型的种相当丰富，如黑柄炭角菌 *Xylaria nigripes*（Klotzsch）Sacc.、大孢毛杯菌 *Cookeina institia*（Berk. & M. A. Curtis）Kuntze、白垩刺皮耳 *Heterochaete cretacea* Pat.、异色刺皮耳 *H. discolor*（Berk. & Broome）Petch、羽囊菌 *Pterulicium xylogenum*（Berk. & Br.）Corner、刺孢扁枝瑚菌 *Scytinopogon echinospora*（Berk. & Broome）Corner（图版II：5）、紫灰微孔菌 *Microporellus violaceocinerascens*（Petch）A. David & Rajchenb.、连生香菇 *Lentinus connatus* Berk. 等等，这些种广布于南亚及东南亚（Corner，1950，1987；Pegler，1983）。另一些种目前只见于热带东南亚至我国华南、西南，如扣壮炭角菌 *Xylaria fibula* Massee、湿地多枝瑚菌 *Multiclavula fossicola*（Corner）R. H. Petersen、大孔乌芝 *Amauroderma bataanense* Murrill、小伞丝牛肝菌 *Filoboletus mycenoides* Henn.、美黄鹅膏 *Amanita mira* Corner & Bas、卵孢鹅膏 *A. ovalispora* Boedijn、蟹红鹅膏 *A. pallidocarnea*（Hoehn.）Boedijn 等等（Corner & Bas，1962；Yang，1997，2000a，2000b，2001）。某些种现只见于南亚至我国滇南，如印度毛杯菌 *Cookeina indica* Pfister & R. Kaushal（图版I：4）、深裂香菇 *Lentinus subdulcis* Berk.、环柄蚁巢伞 *Termitomyces heimii* Natarajan。而竹林枝瑚菌 *Ramaria capucina*（Pat.）R. H. Petersen、皱波斜盖伞 *Clitopilus crispus* Pat.（图版II：3）等现只知分布于越南及我国滇南（Yang，1990，2000c）。

这些真菌在我国热区的聚集表明该区高等真菌区系与热带亚洲各地的亲缘关系密切，也反映了我国南部真菌区系的某些成分与热带亚洲的有着共同的历史渊源。

由于我国该区真菌区系与热带亚洲的有如此密切的联系，亚洲典型的热带真菌如干盖锈伞属 *Anamika* K. A. Thomas *et al*.、无褶皮伞属 *Vanromburghia* Holterm.、疣孢菇属 *Verrucospora* E. Horak 等属的真菌在我国南部可能有分布，有待发现。

2.6 热带亚洲至热带大洋洲分布（Tropic Asian-Tropic Australian elements）

旧世界分布的东翼。这一类型知之不多，在该区见到的大香菇 *Lentinus giganteus* Berk.、红鳞条孢牛肝菌 *Boletellus emodensis*（Berk.）Singer、*Phlebopus marginatus*（J. Drumm. ex Berk.）Watling & N. M. Greg. 即属此类，产我国南部，广泛分布于热带东南亚至澳大利亚（和新西兰），有的种甚至在喜马拉雅地区也有分布（Watling，1994）。喜生腐竹秆上的兜形钟伞 *Campanella cucullata*（Jungh.）Lloyd 也属此分布类型（刘培贵，1994）。模式产于澳大利亚的澳洲银耳 *Tremella australiensis* Lloyd 在我国南方也有发现（刘波，1992）。

2.7 热带亚洲、大洋洲至热带美洲分布（Tropic Asian-Tropic Australian-Tropic American elements

指间断分布于热带亚洲、大洋洲和美洲的属种。这一类型的属种现知不多，其中较为典型的是圆头伞属 *Descolea*，该属主要分布在南半球，并与南水青冈属 *Nothofagus*、桉属及 *Leptospermum* 等属植物形成外生菌根（Horak，1971；Bougher & Malajczuk，1985），该属真菌可能是从冈瓦纳古陆（Gondwanaland）迁移到劳亚古陆（Laurasia）的，在这迁移过程中，真菌的寄主变成了壳斗科的锥栗属、石栎属及栎属 *Quercus* 和松科的冷杉属 *Abies*、落叶松属 *Larix*、云杉属 *Picea* 及松属 *Pinus* 等植物（Horak，1971，1983；Yokoyama 等，1979；Yang，1998）。我国亚热带和温带地区有黄环圆头伞 *D. flavoannulata*（Lar. N. Vassiljeva）E. Horak（图版II：1）分布（Yang，1998）。在我国热带地区的山地季风常绿阔叶林中也

应有圆头伞属的代表，但尚待发现。

这一分布类型的种如小网孔菌 *Dictyopanus pusillus*（Lév.）Singer 和橙红二头孢盘菌 *Dicephalospora rufocornea*（Berk. & Broome）Spooner（刘培贵和杨祝良，1994；庄文颖，1998）。

考虑到真菌研究还不够十分深入，在这一间断分布类型中，现暂时将热带亚洲 - 热带美洲分布（Tropic Asian-Tropic American elements）的也放于此。如毛褶小皮伞 *Marasmius setulosifolius* Singer ex Singer，据记载产于巴拿马、玻利维亚，在我国南方也有其踪迹（毕志树等，1997；本文作者在西双版纳也采到，标本为 HKAS 21888）。这种热带亚洲与热带美洲之间真菌区系的历史联系可能要追溯到美洲与欧洲和非洲分离之前（Schuster，1972；吴征镒和王荷生，1983；臧穆，1987）。

2.8 北温带分布（Northern temperate elements，Eurasian ones included here）

指分布于欧亚及北美温带的属种，其中有些属种可沿山脉向南延伸至热带，但分布中心仍在北温带。本文在此还包括欧亚分布的种（如菱红菇 *Russula vesca* Fr.）。这一类型的属种不少。除几个大属（如鞘锈菌属 *Coleosporium*、丝盖伞属 *Inocybe*、乳菇属 *Lactarius*）外，多为小型属或中型属，如小舌菌属 *Microglossum*、珊瑚菌属 *Clavaria*、绵皮孔菌属 *Spongipellis*、棱孔菌属 *Favolus*、牛排菌属 *Fistulina*、星孢寄生菇属 *Asterophora*、香蘑属 *Lepista*、褐牛肝菌属 *Fuscoboletinus*、乳牛肝菌属 *Suillus*、粉孢牛肝菌属 *Tylopilus* 等等。

属这一类型的种如皱锁瑚菌 *Clavulina rugosa*（Fr.）J. Schroet.、大集毛菌 *Coltricia montagnei*（Fr.）Murrill、污色香蘑 *Lepista sordida*（Fr.）Singer、贝形侧耳 *Pleurocybella porrigens*（Pers.：Fr.）Singer、狮黄光柄菇 *Pluteus leonius*（Schaeff.）P. Kumm.、褐绒盖牛肝 *Xerocomus badius*（Fr.：Fr.）J.-E. Gilb.、密褶红菇 *Russula densifolia* Gillet、变绿红菇 *R.virescens*（Schaeff.）Fr.、多汁乳菇 *Lactarius volemus*（Fr.）Fr. 等等。在这一分布类型中，那些与高等植物（如松科、壳斗科）形成外生菌根关系的真菌多分布于热带山地森林中。如 *Suillus* 的所有种只与松科植物形成外生菌根关系，松科在北半球的自然分布范围也就是该属真菌的自然分布界限。星孢寄生菇 *Asterophora lycoperdoides*（Bull.）Ditmar 专性寄生于黑红菇 *Russula nigricans*（Bull.）Fr. 复合群的子实体上，*Russula nigricans* 复合群是高等植物的专性外生菌根菌，在滇南只见于有锥栗属和石栎属等属植物组成的山地季风常绿阔叶林下。正是通过这种或类似的途径我国热区高等真菌区系才能与北温带的发生如此密切的联系。

2.9 东亚至北美分布（East Asian-North American elements）

指间断分布于东亚和北美温带及亚热带的属种，在东亚它们常向南延伸至我国热带地区。这一类型的属种目前已知一些，但较泛北极分布的属种要少。袄尔夫盘菌属 *Wolfina* 可能属这一类型，其中的 *W.aurantiopsis*（Ellis）Eckblad 分布北美，长孢袄尔夫盘菌 *W.oblongispora*（J. Z. Cao）W. Y. Zhuang & Z. Wang 现知分布我国福建和云南（Zhuang & Wang，1998）。东亚和北美间断分布的隐孔菌 *Cryptoporus volvatus*（Peck）Shear，多生于松属的寒温性树种树干上，而中华隐孔菌 *C.sinensis* Sheng H. Wu & M. Zang 可能是从前者演化出来的，主要分布于我国南部（Wu & Zang，2000）。

这一分布类型的种如小托柄鹅膏 *Amanita farinosa* Schwein.、北美乳牛肝菌 *Suillus americanus*（Peck）Snell、棱柄条孢牛肝菌 *Boletellus russellii*（Frost）J.-E. Gilb.、灰色牛肝菌

Boletus griseus Frost、*Tylopilus alboater*（Frost）Murrill、黄盖粉孢牛肝菌 *T. balloui*（Peck）Singer 等等，其中 *Tylopilus alboater* 是个典型的东亚－北美东部间断分布的例证（Hongo & Yokoyama，1978），这种分布式样在种子植物中广为人知（Boufford & Spongberg，1983；吴征镒和王荷生，1983），在真菌中也引起了注意（Wu & Mueller，1997；Wu 等，2000；Mueller 等，2001）。依据近来分子进化生物学的研究结果，原描述于东亚的远东乳牛肝菌 *Suillus sibiricus*（Singer）Singer 与原描述于北美的 *S. americanus*（Peck）Snell 可能代表的是同一个分类单位（Mueller 等，2001）。此类间断分布可能远在第四纪冰期之前即已形成（Hongo & Yokoyama，1978；吴征镒和王荷生，1983）。

作为东亚－北美分布的一个变型，黄柄粉孢牛肝菌 *Tylopilus chromapes*（Frost）A. H. Sm. & Thiers 复合群的分布式样是较为特殊的，该复合群近十种，间断分布于北美和东亚，在美洲向南延伸到哥斯达黎加，在亚洲向南散布至热带东南亚，并且澳大利亚东北部也有分布。Wolfe & Bougher（1993）推测这一复合群的祖先可能起源于劳亚古陆，在更新世（Pleistocene）冰期通过陆桥迁移到澳大利亚并在当地分化繁衍。另一有趣的例子是黄粉末牛肝菌 *Pulveroboletus ravenelii*（Berk. & M. A. Curt.）Murrill，其分布式样与 *Tylopilus chromapes* 复合群相似，乃是一种子遗分布（Halling，2001）。

2.10　东亚分布（East Asian elements）

指主要分布于东亚（中国、朝鲜、韩国、日本及俄罗斯远东地区）的属种，有时它们常向南延伸至我国南部甚至中南半岛，向西可达印度、尼泊尔乃至巴基斯坦。这一分布类型的属种较多，如胶刺耳属 *Tremellochaete* 和罩膜双胞锈菌属 *Miyagia* 即属东亚特有类型（刘波，1992；Wang & Zhuang，1987）。

这类型的种如白胶刺耳 *Tremellochaete japonica*（Yasuda）Raitv.、假褐云斑鹅膏 *Amanita pseudoporphyria* Hongo、灰绒鹅膏 *A. griseofarinosa* Hongo、酒色蜡蘑 *Laccaria vinaceoavellanea* Hongo、香菇 *Lentinula edodes*（Berk.）Pegler、点柄黄红菇 *Russula senecis* S. Imai、球孢丝盖伞 *Inocybe sphaerospora* Kobayasi、黄丝盖伞 *I. lutea* Kobayasi & Hongo、细柄丝膜菌 *Cortinarius tenuipes*（Hongo）Hongo、紫沟小皮伞 *Marasmius purpureostriatus* Hongo、大盖小皮伞 *M. maximus* Hongo、长囊圆孔牛肝菌 *Gyroporus longicystidiatus* Nagas. & Hongo、梭孢南牛肝菌 *Austroboletus fusisporus*（Imazeki & Hongo）Wolfe、毛缘细乳菇 *Lactarius gracilis* Hongo 等等。据研究，*Miyagia* 的寄主香青树 *Anaphalis* 的起源中心和分化中心可能是东喜马拉雅和横断山区（石铸和陈艺林，1982），罩膜双胞锈菌也可能起源于这一带，之后随寄主散布到东亚的广大地区（Wang & Zhuang，1987）。

总之，在中国南部热带地区的高等真菌区系中，东亚成分较多，也相当醒目，较易识别。

2.11　特有属种（Endemic elements）

指现知分布于我国热区，向南有时也见于中南半岛的属种。如华牛肝菌属 *Sinoboletus* 和华鸡㙡属 *Sinotermitomyces* 就是该区的特有属。

华牛肝菌属真菌多见于石栎属林下，现知 6 种：华牛肝菌 *Sinoboletus duplicatoporus* M. Zang、褐华牛肝菌 *S. fuscus* M. Zang & C. M. Chen、黔华牛肝菌 *S. guizhouensis* M. Zang & X. L. Wu、前川华牛肝菌 *S. maekawae* M. Zang & R. H. Petersen、巨孢华牛肝菌

S. magniporus M. Zang、叔群华牛肝菌 *S. tengii* M. Zang & Y. Liu。又如龙眼牛肝菌 *Boletus dimocarpicola* M. Zang & C. Sittigul 现知仅见于龙眼 *Dimocarpus longan* 树下。在我国东南沿海由壳斗科植物组成的林下，相继发现菌盖直径不足1 cm的微型种类即微渺牛肝菌 *Boletus minimus* M. Zang & N. L. Huang、叔群绒盖牛肝菌 *Xerocomus tengii* M. Zang，J. T. Lin & N. L. Huang，它们可能都是热带菌根菌（臧穆和黄年来，2002；臧穆等，2002）。

与白蚁共生的华鸡㙡属 *Sinotermitomyces* 真菌分布于我国台湾和云南，向南至缅甸，现知有台湾华鸡㙡 *S. taiwanensis* M. Zang & C. M. Chen（分布台湾）、肉柄华鸡㙡 *S. carnosus* M. Zang（分布云南）、华鸡㙡 *S. cavus* M. Zang（分布云南）、灰盖华鸡㙡 *S. griseus* M. Zang 和糙盖华鸡㙡 *S. rugosiceps* M. Zang（分布缅甸和我国云南）等。

腐生的稀管菌属 *Sparsitubus* 是个单种属，仅知稀管菌 *S. nelumbiformis* L. W. Hsu & J. D. Zhao，目前的已知分布点在云南思茅和海南坝王岭（赵继鼎等，1998）。生于植物叶柄上的拟黄杯菌 *Calycelinopsis xishuangbanna* W. Y. Zhuang 是在滇南发现的新属种（Zhuang，1990），该属现只知此种。

现知仅产于我国南部的种还很多，如思茅虫草 *Cordyceps szemaoensis* M. Zang、疣孢兰伯盘菌 *Lambertella verrucosispora* W. Y. Zhuang、中华毛舌菌 *Trichoglossum sinicum* F. L. Tai、大明山拟爪毛盘菌 *Unguiculariopsis damingshanica* W. Y. Zhuang、西沙木耳 *Auricularia xishaensis* L. J. Li、勐仑银耳 *Tremella menglunensis* Y. B. Peng、海南灵芝 *Ganoderma hainanensis* J. D. Zhao，L. W. Hsu & X. Q. Zhang、裂枝滑瑚菌 *Aphelaria lacerata* R. H. Petersen & M. Zang、中华多枝瑚菌 *Multiclavula sinensis* R. H. Petersen & M. Zang、鳞柄牛肝菌 *Boletus squamulistipes* M. Zang、海南裸伞 *Gymnopilus hainanensis* T. H. Li & W. M. Zhang、海南小皮伞 *Marasmius hainanensis* T. H. Li、云南火舌菌 *Pyrrhoglossum yunnanensis* P. G. Liu，臧氏鹅膏 *Amanita zangii* Zhu L. Yang，T. H. Li & X. L. Wu 以及杏仁形小奥德蘑 *Oudemansiella amygdaliformis* Zhu L. Yang & M. Zang 等等。

上述特有属种往往是新近发表的分类单位，其实际分布范围可能更广。

3 滇南西双版纳勐仑地区高等真菌区系成分的统计分析

为对我国热带地区的真菌区系特征有个定量的了解，作者对西双版纳勐仑地区的250种（或变种）高等真菌作了研究和统计分析，结果热带属占总属数的67.3%，热带种占总种数的62.6%，即该区高等真菌的区系成分具有明显的热带性质，并且在热带成分中又以泛热带成分（占总属数的59.6%，占总种数的26.2%）、热带亚洲－热带非洲成分（占总属数的1.9%，占总种数的11.3%）和热带亚洲成分为主（占总属数的3.8%，占总种数的18.0%）。当然也有相当比重的温带成分（占总属数的32.7%，总种数的32.3%）和一定数量的特有种。勐仑地区的高等真菌区系特点如此，我国热区的特征由此可见一斑。这显然与其所处的热带北缘这一地理位置、气候及环境条件息息相关。相比之下，北回归线以北的湖南莽山，地处亚热带向热带过渡地区，其大型真菌只有40%的种为热带、亚热带成分，多达56.4%的种为温带成分（卯晓岚等，1987）。又如，滇西北独龙江流域，高等真菌的区系组成以北温带成分为主，热带成分仅占10%（臧穆，1986）。

4　小结

上述是对我国热带地区高等真菌科属的主要组成成分及属种的分布区的比较分析。这一分析不难看出，该区高等真菌区系与世界热带真菌区系有着广泛的联系，其中有些属（如 *Xylaria*，*Cookeina*，*Phakopsora*，*Podoscypha*，*Microporus*，*Favolaschia*，*Lentinus* 及 *Termitomyces*）和有些种（如 *Entonaema cinnabarina*，*Rhopalostroma africanum*，*Filoboletus manipularis*，*Lentinus sajor-caju*，*Hygrophorus firmus*，*Pterospora nigripes*，*Heimiomyces tenuipes*，*Boletellus obscurecoccineus*，*Termitomyces eurrhizus* 等等）可能具有古南大陆起源的背景。

另一些区系成分如 *Clarkeinda*，*Kweilingia* 和 *Pterulicium* 等属，以及 *Myriodiscus sparassoides*，*Encoelia helvola*，*Cookeina indica*，*Pterulicium xylogenum*，*Scytinopogon echinospora*，*Microporellus violaceocinerascens*，*Lentinus connatus*，*Amauroderma bataanense*，*Filoboletus mycenoides*，*Clitopilus crispus*，*Termitomyces heimii*，*Clarkeinda trachodes*，*Amanita mira*，*A. pallidocarnea* 等种与热带亚洲的真菌有着共同的历史渊源和密切的亲缘关系。

在该真菌区系中，热带成分占了大部分，其余还有相当比重的温带成分，如 *Microglossum*，*Favolus*，*Asterophora*，*Lepista*，*Inocybe*，*Suillus* 等属，以及 *Clavulina rugosa*，*Lepista sordida*，*Pluteus leonius*，*Xerocomus badius*，*Russula virescens*，*Lactarius volemus*，*Asterophora lycoperdoides* 等种就属温带成分。而在温带成分中，东亚成分，如 *Tremellochaete*，*Miyagia* 等属和 *Amanita pseudoporphyria*，*A. griseofarinosa*，*Laccaria vinaceoavellanea*，*Lentinula edodes*，*Russula senecis*，*Inocybe lutea*，*Cortinarius tenuipes*，*Marasmius purpureostriatus*，*Gyroporus longicystidiatus*，*Austroboletus fusisporus*，*Lactarius gracilis* 等种，在该区是相当惹人注目的。

致谢　云南大学张克勤教授对本项研究给予了大力支持；我所苏志云研究员对本文提出了宝贵意见；张大成先生帮助拼帖图版；杨祝庆先生对文稿进行了润色。

〔参考文献〕

邓叔群，1963. 中国的真菌［M］. 北京：科学出版社

王云章，庄剑云，1998. 中国真菌志，第 10 卷，锈菌目（一）［M］. 北京：科学出版社

王也珍，吴声华，周文能等，1999. 台湾真菌目录［M］. 台北：行政院农业委员会

卯晓岚，1998. 中国经济真菌［M］. 北京：科学出版社

刘波(主编)，1992. 中国真菌志，第 2 卷，银耳目和花耳目［M］. 北京：科学出版社

庄文颖，1998. 中国真菌志，第 8 卷，核盘菌科、地舌菌科［M］. 北京：科学出版社

毕志树，郑国扬，李泰辉，1994. 广东大型真菌志［M］. 广州：广东科技出版社

毕志树，李泰辉，章卫民等，1997. 海南伞菌初志［M］. 广州：广东高等教育出版社

吴征镒，王荷生，1983. 中国自然地理·植物地理（上册）［M］. 北京：科学出版社

杨宇明，辉朝茂，1998. 优质笋用竹产业化开发［M］. 北京：中国林业出社

郑儒永，余永年（主编），1987. 中国真菌志，第 1 卷，白粉菌目［M］. 北京：科学出版社

赵继鼎，张小青，徐连旺，1998. 中国真菌志，第 3 卷，多孔菌科［M］. 北京：科学出版社

赵继鼎，张小青，2000. 中国真菌志，第 18 卷，灵芝科［M］. 北京：科学出版社

臧穆，1983. 横断山高等真菌的分布规律. 中国科学院青藏高原综合考察队编，青藏高原研究·横断山考察专集（一）［M］. 昆明：云南人民出版社，280—287

臧穆，1986. 独龙江流域的真菌区系特点和真菌资源评价. 中国科学院青藏高原综合考察队编，青藏高原研究·横断山

考察专集（二）［M］. 北京：北京科学技术出版社，453—458

臧穆，1998a. 中国菇菌资源的分区概况. 见：黄年来主编，中国大型真菌原色图鉴［M］. 北京：中国农业出版社，270—276

臧穆，1998b. 菌物的生态地理学. 见：裘维蕃主编、余永年副主编，菌物学大全［M］. 北京：科学出版社，317—385

戴芳澜，1979. 中国真菌总汇［M］. 北京：科学出版社

Alexander IJ，Högberg P，1986. Ectomycorrhizas of tropical angiospermous trees［J］. *New Phytol*，**102**：541—549

Boufford DE，Spongberg SA，1983. Eastern Asian-Eastern North American phytogeographical relationship —— A history from the time of Linnaeus to the twentieth century［J］. *Ann Missuri Bot Gard*，**70**：423—439

Bougher NL，Malajczuk N，1985. A new species of *Descolea*（Agaricales）from western Australia，and aspects of the ectomycorrhizal status［J］. *Austral J Bot*，**33**：619—627

Corner EJH，1950. A Monograph of *Clavaria* and Allied Genera［M］. *Ann Bot Mem*，**1**：1—740

Corner EJH，1987. Ad Polyporaceae IV［M］. *Nova Hedwigia Beih*，**86**：1—265

Corner EJH，1996. The Agaric Genera *Marasmius*，*Chaetocalathus*，*Crinipellis*，*Heimiomyces*，*Resupinatus*，*Xerula* and *Xerulina* in Malesia［M］. *Nova Hedwigia Beih*，**111**：3—175

Corner EJH，Bas C，1962. The genus *Amanita* in Singapore and Malaya［J］. *Persoonia*，**2**：241—304

Halling RE，2001. Ectomycorrhizae：Co-evolution，significance，and biogeography［J］. *Ann Missour Bot Gard*，**88**：5—13

Hawksworth DL，1977. *Rhopalostroma*，a new genus in the Xylariaceae s.l.［J］. *Kew Bull*，**31**：421—431

Hongo T，Yokoyama K，1978. Mycofloristic ties of Japan to the continents［J］. *Mem Shiga Univ*，**28**：76—80

Horak E，1971. Studies on the genus *Descolea* Sing.［J］. *Persoonia*，**6**：231—248

Horak E，1983. Mycogeography in the South Pacific region：Agaricales，Boletales［J］. *Austral J Bot Suppl Ser*，**10**：1—41

Kirk PM，Cannon PF，David JC，*et al*，2001. Ainsworth & Bisby 's Dictionary of the Fungi［M］. 9th Edition. Wallingford：CAB International

Liu PG（刘培贵），1994. A supplementary note on the *Laschia*-complex from southern and southeastern Yunnan［J］. *Acta Bot Yunnan*（云南植物研究），**16**：243—247

Liu PG（刘培贵），Yang ZL（杨祝良），1994. Studies of classification and geographic distribution on *Laschia*-complex from southern and southeastern Yunnan，China［J］. *Acta Bot Yunnan*（云南植物研究），**16**：47—52

Liu XJ（刘锡琎），Guo YL（郭英兰），1987. Confirmation of the synonymy of *Ascotremellopsis* Teng & Ou to *Myriodiscus* Boedijn［J］. *Acta Mycol Sin Suppl*（真菌学报增刊），**I**：97—101

Lu BS，Hyde KD，Ho WH，*et al*，2000. Checklist of Hong Kong Fungi［M］. Hong Kong：Fungal Diversity Press

Mao XL（卯晓岚），Zong YC（宗毓臣），Yao BP（姚保平），1987. The distributional features of macrofungi in Mt. Mang，Hunan［J］. *Acta Mycol Sin Suppl*（真菌学报增刊），**I**：397—406

Miller OK，1968. A revision of the genus *Xeromphalina*［J］. *Mycologia*，**60**：156—188

Mueller GM，Wu QX，Huang YQ，*et al*，2001. Assessing biogeographic relationships between North American and Chinese macrofungi［M］. *Journ Biogeogr*，**28**：271—281

Oberwinkler F，1993. Diversity and phylogenetic importance of tropical Heterobasidiomycetes［A］. In Isaac S，Frankland JC，Watling R *et al*.（ed）：Aspects of Tropical Mycology［C］. London：Cambridge Univ. Press，121—147

Otani Y，1982. *Engleromyces goetzii* P. Henn. collected in Nepal［A］. In Otani Y（ed）. Reports on the Cryptogamic Study in Nepal［C］. Tokyo：National Science Museum，Tokyo，93—96

Pegler DN，1983. The Genus *Lentinus*，A World Monograph［M］. *Kew Bull Add Ser*，**10**：1—281

Pegler DN，Vanhaecke M，1994. *Termitomyces* of southeast Asia［J］. *Kew Bull*，**49**：717—736

Redhead SA，Ginns J，1980. *Cyptotrama asprata*（Agaricales）from North America and notes on the five other species of *Cyptotrama* sect. *Xerulina*［J］. *Can J Bot*，**58**：731—740

Rogers JD，1981. *Sarcoxylon* and *Entonaema*（Xylariaceae）［J］. *Mycologia*，**73**：28—61

Ryvarden L，1993. Tropical polypores［A］. In Isaac S，Frankland JC，Watling R *et al*.（ed）：Aspects of Tropical Mycology［C］. Cambridge Univ. Press，150—170

Schuster RM，1972. Continental movements，“Wallace 's line”and Indomalayan-Australasian dispersal of land plants：some eclectic concepts［J］. *Bot Rev*，**38**：3—86

Shih C（石铸），Chen YL（陈艺林），1982. The Composite of Xizang（Tibet）［J］. *Acta Phytotax Sin*（植物分类学报），**20**：157—165

Teng SC，1938. Additional fungi from China，VIII. *Sinensia*，**9**：219—258

Teng SC，1940. Supplement to higher fungi of China，VIII. *Sinensia*，**11**：105—130

Teng SC，1996. Fungi of China（edited by R. P. Korf）［M］. Ithaca：Mycotaxon Ltd

Wang YC，Zhuang JY，1987. Notes on the originations of some rust fungi from China［J］. *Acta Mycol Sin Suppl*，**I**：5—11

Wang YZ，2001. Discomycetes of the Sarcoscyphaceae in Taiwan［J］. *Mycotaxon*，**79**：329—336

Wang Z，1997. Taxonomy of *Cookeina* in China［J］. *Mycotaxon*，**62**：289—298

Watling R，1994. Taxonomic and floristic notes on some Malaysian larger fungi-I［J］. *Malayan Nat Journ*，**48**：67—78

Weinstein RN，Pfister DH，Iturriaga T，2002. A phylogenetic study of the genus *Cookeina*［J］. *Mycologia*，**94**：673—682

Whalley AJS，1993. Tropical Xylariaceae：their distribution and ecological characterisctics［A］. In Isaac S，Frankland JC，Watling R，*et al*.（ed）：Aspects of Tropical Mycology［C］. Cambridge Univ. Press. pp. 103—119

Wolfe CB，Bougher NL，1993. Systematics，mycogeography，and evolutionary history of *Tylopilus* subg. *Roseoscabra* in Australia elucidated by comparison with Asian and American species［J］. *Austral Syst Bot*，**6**：187—213

Wu QX，Mueller GM，1997. Biogeographic relationships between the macrofungi of temperate eastern Asia and eastern North America［J］. *Can J Bot*，**75**：2108—2116

Wu QX，Mueller GM，Lutzoni FM，*et al*，2000. Phylogenetic and biogeographic relationships of eastern Asian and eastern North American disjunct *Suillus* species（Fungi）as inferred from nuclear ribosomal RNA ITS sequences. *Mol Phylog Evol*，**17**：37—47

Wu SH，Zang M，2000. *Cryptoporus sinensis* sp. nov.，a new polypore found in China［J］. *Mycotaxon*，**74**：415—422

Yang ZL，1990. Several noteworthy higher fungi from southern Yunnan，China［J］. *Mycotaxon*，**38**：407—416

Yang ZL（杨祝良），1991. *Clarkeinda trachodes*，an agaric new to China［J］. *Acta Bot Yunnan*（云南植物研究），**13**：279—282

Yang ZL，1997. Die *Amanita*-Arten von Südwestchina［M］. Berlin：J. Cramer

Yang ZL，1998. Revision of the genera *Rozites* and *Descolea* from China［J］. *Fung Sci*，**13**（3，4）：61—74

Yang ZL，2000a. Species diversity of the genus *Amanita*（Basidiomycetes）in China［J］. *Acta Bot Yunnan*（云南植物研究），**22**：135—142

Yang ZL，2000b. Revision of *Amanita* collections made from Hainan，southern China［J］. *Fungal Diversity*，**6**：149—165

Yang ZL，2000c. Notes on five common but little known higher Basidiomycetes from tropical Yunnan，China［J］. *Mycotaxon*，**74**：45—56

Yang ZL，2001. *Amanita pallidocarnea*，a species of *Amanita* section *Vaginatae* with pink lamellae from southeast Asia［J］. *Mycotaxon*，**80**：281—284

Ying JZ（应建浙），1980. A preliminary study on the resupinate Aphyllophorales from China［J］. *Acta Bot Yunnan*（云南植物研究），**2**：241—274

Yokoyama T，Park YH，Kim YS，*et al*，1979. Distribution of *Descolea flavoannulata*（Vasilieva）Horak in Far Eastern Asia［J］. *Trans Mycol Soc Japan*，**20**：63—72

Zang M（臧穆），1980. The phytogeographical distribution of higher fungi and their evaluation of natural resources，Yunnan and Xizang（Tibet）［J］. *Acta Bot Yunnan*（云南植物研究），**2**：152—187

Zang M（臧穆），1981. Notes on the classification and distribution of *Termitomyces* from Yunnan［J］. *Acta Bot Yunnan*（云南植物研究），**3**：367—374

Zang M（臧穆），1987. The Mycogeography of tropical fungi from Yunnan，Tibet［J］. *Acta Mycol Sin Suppl*（真菌学报增刊），**I**：407—418

Zang M（臧穆），1992. Endemic higher fungi with a note on China and adjacent areas［J］. *Acta Bot Yunnan*（云南植物研究），

14：385—400

Zang M（臧穆），Huang NL（黄年来），2002. A new species of the genus *Boletus* from China，*Boletus minimus*［J］. *Acta Bot Yunnan*（云南植物研究），**24**：723—724

Zang M（臧穆），Lin JT（林津添），Huang NL（黄年来），2002. *Xerocomus tengii*，a new *Xerocomus* species from China［J］. *Mycosystema*（菌物系统），**24**：723—724

Zhuang JY，1993. Biogeography of rust fungi in Tibetan East Himalaya［J］. *Nova Hedwigia*，**56**：515—530

Zhuang WY（ed.），2001. Higher Fungi of Tropical China［M］. Ithaca：Mycotaxon Ltd

Zhuang WY，1990. *Calycelinopsis xishuangbanna* gen. et sp. nov.（Dermateaceae），a petiole-inhabiting fungus from China［J］. *Mycotaxon*，**38**：121—124

Zhuang WY，Wang Z，1998. Sarcosomataceous discomycetes in China［J］. *Mycotaxon*，**67**：355—364

图版说明

图版 I　具有热带亲缘的 6 种高等真菌

1. **黄红胶球炭壳**；2. **微黄散孢盘菌**；3. **毛杯菌**；4. **印度毛杯菌**；5. **东京胶孔菌**；6. **沟褶菌**

图版 II　具有热带亲缘的 5 种高等真菌

1. **黄环圆头伞**；2. **环柄香菇**；3. **皱波斜盖伞**；4. **细柄胶伞**；5. **刺孢扁枝瑚菌**

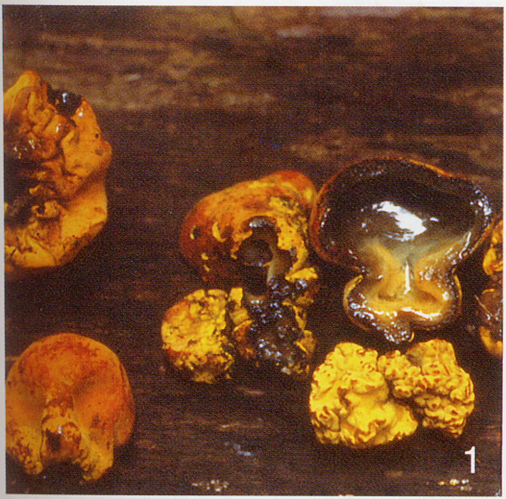
Explanation of plates

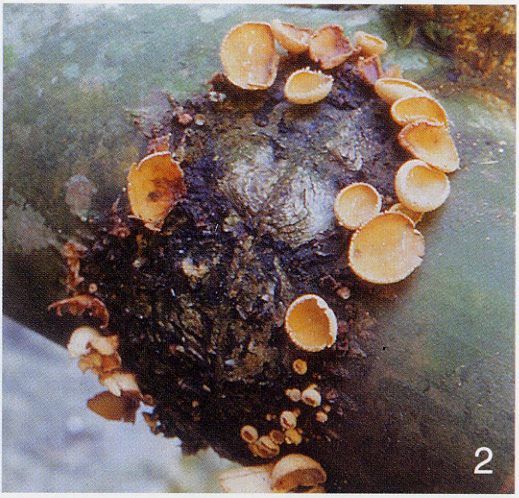
Plate I　Fruit-bodies of six higher fungi of tropical affinities

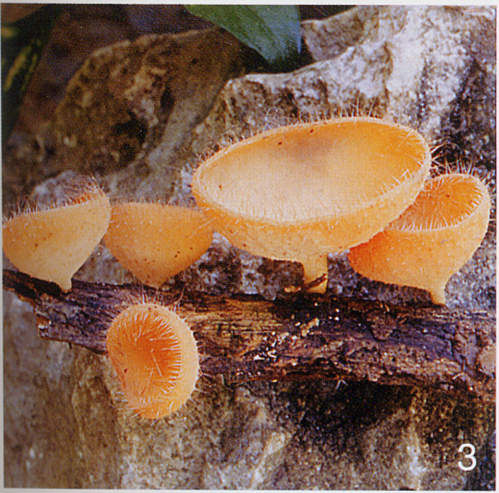
1. *Entonaema cinnabarina*；2. *Encoelia helvola*；3. *Cookeina tricholoma*；4. *Cookeina indica*；5. *Favolaschia tonkinensis*；
6. *Trogia buccinalis*

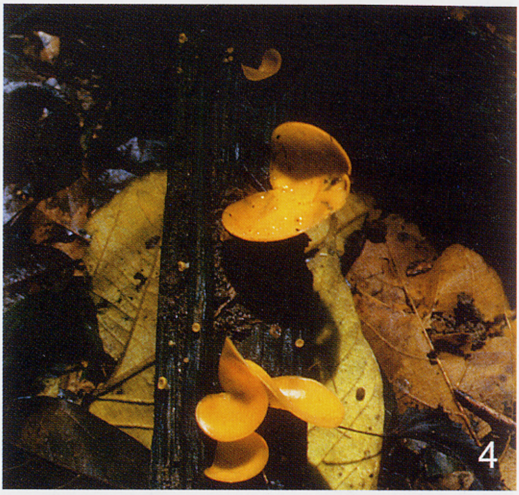
Plate II　Fruit-bodies of five higher fungi of tropical affinities

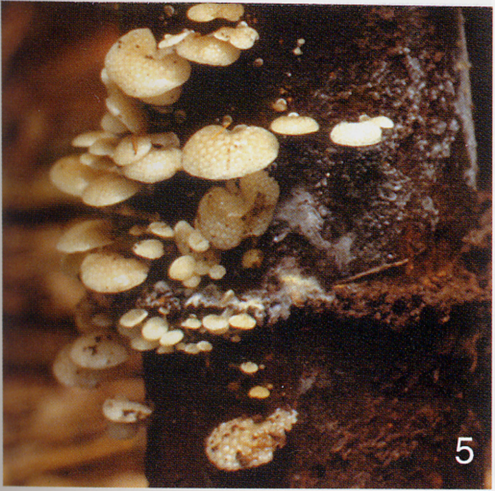
1. *Descolea flavoannulata*；2. *Lentinus sajor-caju*；3. *Clitopilus crispus*；4. *Heimiomyces tenuipes*；5. *Scytinopogon echinospora*

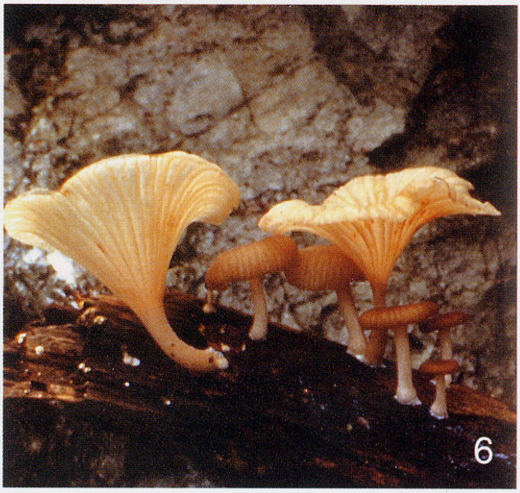

1


2

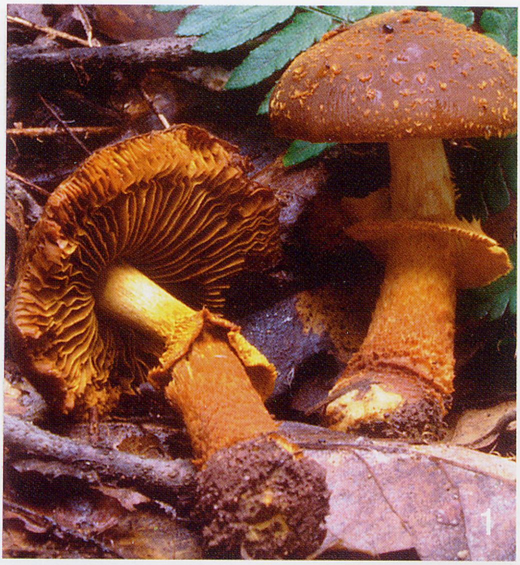

3

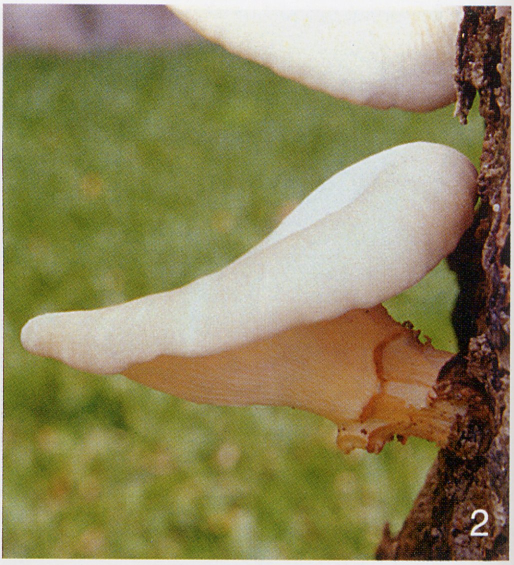

4

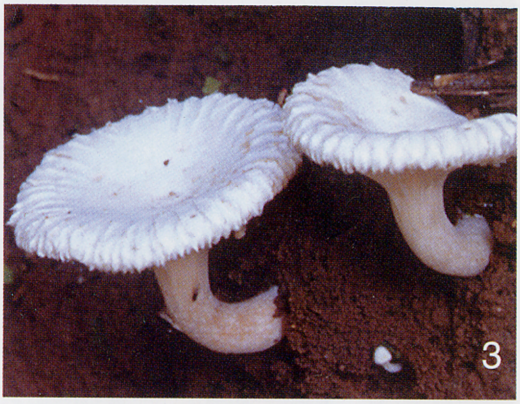

5

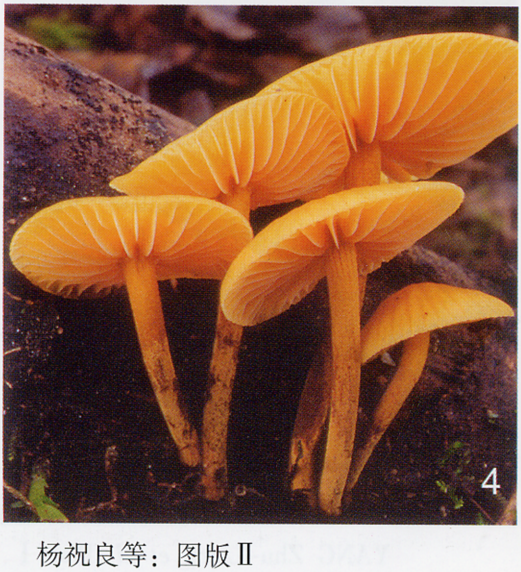

6

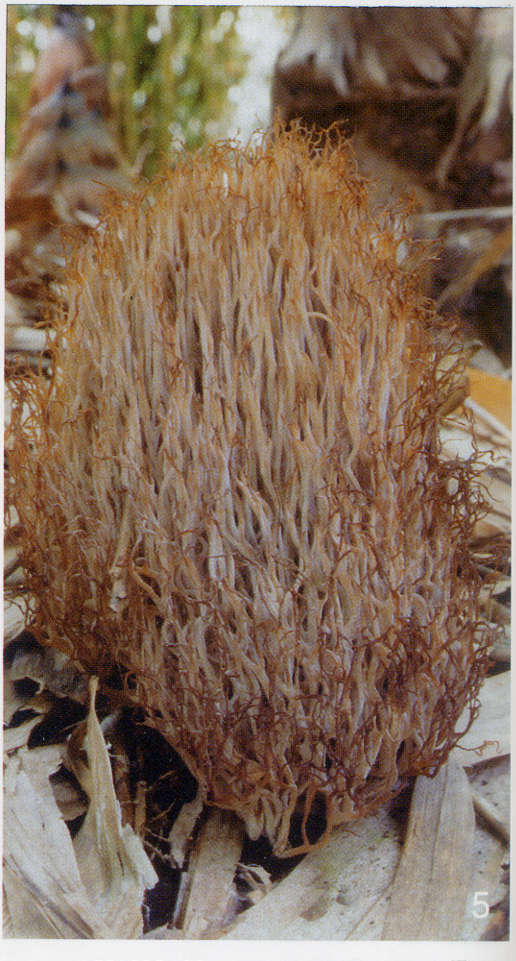
杨祝良等：图版 I　　YANG Zhu-Liang *et al*: Plate I











杨祝良等：图版Ⅱ　　YANG Zhu-Liang *et al*: Plate Ⅱ